



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11135369 A**(43) Date of publication of application: **21.05.99**

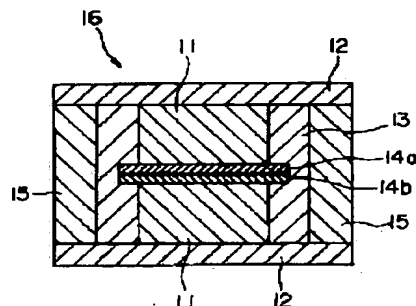
(51) Int. Cl.

**H01G 9/02****H01G 9/058**(21) Application number: **09295934**(71) Applicant: **NEC CORP**(22) Date of filing: **28.10.97**(72) Inventor: **INAGAWA MASAKO  
INOUE YOSHIKI****(54) ELECTRICAL DOUBLE LAYER CAPACITOR****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To facilitate making compatible self-discharging properties, and to ensure reliability at high temperatures.

**SOLUTION:** A basic cell 16 is constituted of a pair of polarized electrodes 11 facing opposite which is disposed via a porous separator, collectors 12 which are disposed in contact with the outer surface of these polarized electrodes 11, and gaskets 15 for sealing an electrolytic solution inside the polarized electrodes 11 which are disposed around the polarized electrodes 11. Such basic cells 16 are laminated to form an electrical double layer capacitor. In this case, the separator is formed by laminating two separators 14a and 14b which exhibit differing porosity.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-135369

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 G 9/02  
9/058

識別記号

F I  
H 0 1 G 9/00

3 0 1 C  
3 0 1 A

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-295934

(22) 出願日 平成9年(1997)10月28日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 稲川 昌子

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(72) 発明者 井上 芳樹

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

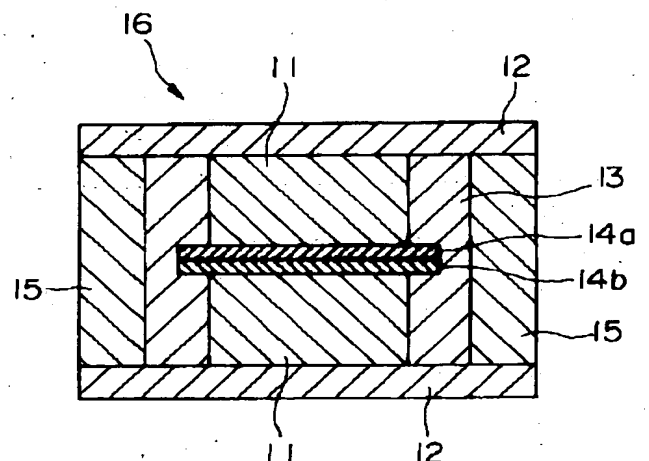
(74) 代理人 弁理士 高橋 詔男 (外5名)

(54) 【発明の名称】 電気二重層コンデンサ

(57) 【要約】

【課題】 従来の電気二重層コンデンサであると、自己放電特性の向上と、高温信頼性の確保とを、両立させることが困難であった。

【解決手段】 多孔性セパレータを介して対向配置された一対の分極性電極11、11と、これら分極性電極11、11の外面に当接して配置された集電体12、12と、分極性電極11の周囲を囲むように配置され内部の電解質溶液を封止するためのガスケット15と、を具備して基本セル16が構成されるとともに、この基本セル16が積層されてなる電気二重層コンデンサであって、セパレータが、空孔率の異なるセパレータ14a、14bを2枚積層して構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電解質溶液を含浸させた多孔性セパレータを介して対向配置された一対の分極性電極と、これら分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、前記分極性電極の周囲を囲むように配置され内部の電解質溶液を封止するためのガスケットと、を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなる電気二重層コンデンサであって、

前記セパレータが、空孔率の異なるセパレータを 2 枚以上積層して構成されていることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

【請求項 2】 電解質溶液を含浸させた多孔性セパレータを介して対向配置された一対の分極性電極と、これら分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、前記分極性電極の周囲を囲むように配置され内部の電解質溶液を封止するためのガスケットと、を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなる電気二重層コンデンサであって、

前記セパレータが、親水性の異なるセパレータを 2 枚以上積層して構成されていることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

【請求項 3】 電解質溶液を含浸させた多孔性セパレータを介して対向配置された一対の分極性電極と、これら分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、前記分極性電極の周囲を囲むように配置され内部の電解質溶液を封止するためのガスケットと、を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなる電気二重層コンデンサであって、

前記セパレータが、材質の異なるセパレータを 2 枚以上積層して構成されていることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

【請求項 4】 片面に、アクリル樹脂、ポリプロピレン、ガラス繊維、等の絶縁材料が 1 層以上取り付けられた第 1 の分極性電極と、

片面に、前記絶縁材料とは異なる材質の絶縁材料が 1 層以上取り付けられるとともに、前記第 1 の分極性電極に対して絶縁材料の取り付けられた面どうしを互に対向させて配置された第 2 の分極性電極と、

これら第 1 および第 2 の分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、

前記第 1 および第 2 の分極性電極の周囲を囲むように配置され内部に充填された電解質溶液を封止するためのガスケットと、を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

【請求項 5】 片面に、アクリル樹脂、ポリプロピレ

ン、ガラス繊維、等の絶縁材料が 1 層以上取り付けられた第 1 の分極性電極と、

該第 1 の分極性電極に対して前記絶縁材料の取り付けられた面に当接して配置されるとともに電解質溶液が含まれた多孔性セパレータと、

該セパレータに片面が当接するように配置され、これにより、前記絶縁材料および前記セパレータを介装させた状態で前記第 1 の分極性電極とともに一対の電極をなす第 2 の分極性電極と、

10 これら第 1 および第 2 の分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、

前記第 1 および第 2 の分極性電極の周囲を囲むように配置され内部に充填された電解質溶液を封止するためのガスケットと、

を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の電気二重層コンデンサにおいて、

20 前記分極性電極の内部に孔が形成されていることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

【請求項 7】 請求項 6 記載の電気二重層コンデンサにおいて、

前記孔のサイズが  $100\mu\text{m}$  以上であることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

【請求項 8】 請求項 6 記載の電気二重層コンデンサにおいて、

前記孔は、前記積層方向に貫通していることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

30 【請求項 9】 請求項 6 記載の電気二重層コンデンサにおいて、

前記孔には、ゲル状の電解質溶液や吸水性ポリマー等の補助電解液が充填されていることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気二重層コンデンサに関するものである。

【0002】

40 【従来の技術】従来の電気二重層コンデンサについて、図 7 および図 8 を参照して説明する。図 7 は、従来の電気二重層コンデンサの一例を示す斜視図であり、図 8 は、図 7 に示す電気二重層コンデンサの中の基本セルの構造を示す断面図である。

【0003】図 8 において、分極性電極 1 としては、例えば、活性炭／ポリアセン系材料等の固体状活性炭が使用される。集電体 2 は、導電性カーボン含有のゴムまたはプラスチックであり、分極性電極 1 と圧着されている。一対の分極性電極 1 は、多孔性セパレータ 4 を介して対向配置されており、図 8 に示すような枠状のガスケット

ット5と集電体2とで、電解質溶液3を封止している。これら分極性電極1、集電体2、電解質溶液3、セパレータ4、および、ガスケット5の集合体は、基本セル6を構成している。

【0004】電気二重層コンデンサは、耐電圧が電解質溶液3の電気分解電圧によって制限されるため、要求される耐電圧に応じて、基本セル6を直列に複数接続する。さらに、接触抵抗を下げるために、基本セル6を端子電極8どうしの間に圧力をかけ、図7に示すように、加圧板7を付けて、一定の圧力で保持している。図において、符号9は、セル積層体を示している。

【0005】ところで、このような電気二重層コンデンサは、近年、分極性電極1を用いることによる大容量化、および、等価直列抵抗（以下「ESR」と称す）の低減により、新しい用途が見いだされ、検討されてきている。一例としては、鉛蓄電池との組合せにより自動車のスタータモータ駆動用電源を構成する用途や、太陽電池との組合せによる補助電源としての用途、などが挙げられる。

【0006】どの用途においても、電気二重層コンデンサは、高温環境下に設置される可能性が大きく、このような環境下における信頼性を確保する必要がある。これと同時に、自己放電現象を低く抑える必要がある。

【0007】従来の電気二重層コンデンサにおいて、自己放電特性（以下「SD特性」と称す）の向上を目的として、セパレータ4の空孔率を小さくすると、電解質溶液3の保持量が少なくなってしまう。この状況で長時間にわたって高温環境下におかれると、セパレータ4内に保持されている電解質溶液3中の溶媒が蒸発してしまって減少し（いわゆる「ドライアップ現象」が発生し）、そのため、静電容量の減少やESRの増大を生じ信頼性が低下するという問題が発生する。つまり、信頼性の確保のためには、セパレータ4の空孔率をなるべく大きくして、電解質溶液3の保持量を多くすることが望ましい。

【0008】そこで、信頼性の確保を目的として、セパレータ4の空孔率を大きくすると、保持している電解質溶液の量が多くなるため、自己放電を起こしやすくなり、SD特性が低下してしまうこととなる。つまり、SD特性の向上のためには、セパレータ4の空孔率をなるべく小さくして、電解質溶液3の保持量を少なくすることが望ましい。

【0009】結局のところ、高温環境下での信頼性の確保と、SD特性の向上とは、相反する要求をなしている。

【0010】一方、特開平6-45191号公報には、図9に示すような電気二重層コンデンサが開示されている。この公報記載の技術においては、多孔性セパレータ4として、同一材質のセパレータ4を2枚積層している。これにより、両端からの加圧に対する機械的強度の

向上を図っている。

【0011】特開昭57-97613号公報においても、上記公報と同様に、同一材質のセパレータを2枚積層する技術が開示されている。また、特開平4-338623号公報においては、メルトブレン不織布製の同一材質のセパレータを2枚積層する実施例が開示されている。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】同一材質のセパレータ4を2枚積層するという従来の技術においては、セパレータ4内に保持される電解質溶液量が增大することによって、高温信頼性は向上するものの、SD特性が悪くなってしまう。逆に、SD特性を向上させるために、空孔率の小さな同一材質のセパレータ4を2枚積層した場合には、高温信頼性が悪くなってしまう。結局、高温環境下での信頼性の確保とSD特性の向上という相反する要求を満たすことはできない。

#### 【0013】

【従来の技術】また、特開平4-151816号公報には、図10に示すような構造の基本セルを有する電気二重層コンデンサが開示されている。この公報記載の技術においては、セパレータ4は、図11に示すように、多孔性セパレータ本体4bの両面にアクリル樹脂をベースとした高吸水性繊維4aを、5mm間隔の熱圧着部4cにおいて熱圧着してラミネートした構造とされている。この構造においては、高吸水性繊維4aを使用することで、電解質溶液の保水性を高め、高温信頼性を向上させ得るという効果が期待される。

#### 【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記公報記載の技術においては、熱圧着部4cにおける熱圧着により高吸水性繊維4aをラミネートしているために、熱圧着時の温度コントロールや、圧着力のコントロールといった製造条件を厳しく制御する必要がある。すなわち、温度や圧着力が大きすぎると、セパレータ本体4bの空孔を潰してしまったり、破けてピンホールができたりすることとなる。逆に、温度や圧着力が小さすぎると、熱圧着自体がうまくできなくなる。結局、信頼性良く生産することが困難であった。また、熱圧着部4cにおいては、高吸水性繊維4aの空孔が確実に潰れてしまい、その分、電解質溶液の保水性が低くなってしまう、高温信頼性の向上効果が小さくなってしまうことが避けられない。

【0015】本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、特性、特にSD特性の向上を図り、かつ、高温信頼性を確保し得る電気二重層コンデンサを提供することを目的とする。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の電気二重層コンデンサにおいては、電解質溶液を含浸させた多孔

性セパレータを介して対向配置された一対の分極性電極と、これら分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、前記分極性電極の周囲を囲むように配置され内部の電解質溶液を封止するためのガスケットと、を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなる電気二重層コンデンサであって、前記セパレータが、空孔率の異なるセパレータを2枚以上積層して構成されていることを特徴としている。請求項2記載の電気二重層コンデンサにおいては、電解質溶液を含浸させた多孔性セパレータを介して対向配置された一対の分極性電極と、これら分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、前記分極性電極の周囲を囲むように配置され内部の電解質溶液を封止するためのガスケットと、を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなる電気二重層コンデンサであって、前記セパレータが、親水性の異なるセパレータを2枚以上積層して構成されていることを特徴としている。請求項3記載の電気二重層コンデンサにおいては、電解質溶液を含浸させた多孔性セパレータを介して対向配置された一対の分極性電極と、これら分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、前記分極性電極の周囲を囲むように配置され内部の電解質溶液を封止するためのガスケットと、を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなる電気二重層コンデンサであって、前記セパレータが、材質の異なるセパレータを2枚以上積層して構成されていることを特徴としている。請求項4記載の電気二重層コンデンサにおいては、片面に、アクリル樹脂、ポリプロピレン、ガラス繊維、等の絶縁材料が1層以上取り付けられた第1の分極性電極と、片面に、前記絶縁材料とは異なる材質の絶縁材料が1層以上取り付けられるとともに、前記第1の分極性電極に対して絶縁材料の取り付けられた面どうしを互に対向させて配置された第2の分極性電極と、これら第1および第2の分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、前記第1および第2の分極性電極の周囲を囲むように配置され内部に充填された電解質溶液を封止するためのガスケットと、を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなることを特徴としている。請求項5記載の電気二重層コンデンサにおいては、片面に、アクリル樹脂、ポリプロピレン、ガラス繊維、等の絶縁材料が1層以上取り付けられた第1の分極性電極と、該第1の分極性電極に対して前記絶縁材料の取り付けられた面に当接して配置されるとともに電解質溶液が含浸された多孔性セパレータと、該セパレータに片面が当接するように配置され、これにより、前記絶縁材料および前記セパレータを介装させた状態で前記第1の分極性電極とともに一対の電極をなす第2の分極

性電極と、これら第1および第2の分極性電極の外面に当接して配置された集電体と、前記第1および第2の分極性電極の周囲を囲むように配置され内部に充填された電解質溶液を封止するためのガスケットと、を具備して基本セルが構成されるとともに、該基本セルが前記分極性電極の対向方向に単数または複数積層されてなることを特徴としている。請求項6記載の電気二重層コンデンサにおいては、請求項1ないし5のいずれかに記載の電気二重層コンデンサにおいて、前記分極性電極の内部に孔が形成されていることを特徴としている。請求項7記載の電気二重層コンデンサにおいては、請求項6記載の電気二重層コンデンサにおいて、前記孔のサイズが100 $\mu$ m以上であることを特徴としている。請求項8記載の電気二重層コンデンサにおいては、請求項6記載の電気二重層コンデンサにおいて、前記孔は、前記積層方向に貫通していることを特徴としている。請求項9記載の電気二重層コンデンサにおいては、請求項6記載の電気二重層コンデンサにおいて、前記孔には、ゲル状の電解質溶液や吸水性ポリマー等の補助電解液が充填されていることを特徴としている。

【0017】電気二重層コンデンサの場合、高温の環境下では、主にセパレータの内部に含浸させた電解質溶液がガスケットと集電体との密着部分を通り、蒸発し漏れ出るために、ドライアップ現象が起こる。このため、基本セル内に保持している電解質溶液量が少なく信頼性の確保が困難となる。また、電圧を一定時間、電気二重層コンデンサに印加した後、オープン状態で放置しておくと、セパレータの空孔部を通して二重層を形成していたイオンの移動が起こり、保持電圧が徐々に低下するという現象（自己放電現象）が起こる。よって、SD特性（自己放電特性）を向上させるためには、セパレータの空孔率および親水性を下げる必要がある。このように、高温環境下での信頼性を確保することと、SD特性を向上させることは、相反する関係にある。

【0018】請求項1記載の発明によると、セパレータとして、空孔率の異なるものが2枚以上積層される。よって、少なくとも1枚のセパレータを空孔率の小さなものとするこで、イオンの移動が抑制され、SD特性が向上する。なおかつ、少なくとも1枚のセパレータを空孔率の大きなものとするこで、電解質溶液の保有量が高められ、高温環境下における信頼性が確保される。請求項2記載の発明によると、セパレータとして、親水性の異なるものが2枚以上積層される。よって、少なくとも1枚のセパレータを親水性の小さなものとするこで、イオンの移動が抑制され、SD特性が向上する。なおかつ、少なくとも1枚のセパレータを親水性の大きなものとするこで、電解質溶液の保有量が高められ、高温環境下における信頼性が確保される。請求項3記載の発明によると、セパレータとして、材質の異なるものが2枚以上積層される。よって、少なくとも1枚のセパレ

ータを電解質溶液保有性能の小さなものとする事で、イオンの移動が抑制され、SD特性が向上する。なおかつ、少なくとも1枚のセパレータを電解質溶液保有性能の大きなものとする事で、電解質溶液の保有量が高められ、高温環境下における信頼性が確保される。請求項4記載の発明によると、一対の分極性電極間には、各分極性電極の各々に取り付けられた互いに異なる材質の絶縁材料が介装されている。よって、一方の絶縁材料の空孔率または親水性を小さくすることで、イオンの移動が抑制され、SD特性が向上する。なおかつ、他方の絶縁材料の空孔率または親水性を大きくすることで、電解質溶液の保有量が高められ、高温環境下における信頼性が確保される。請求項5記載の発明によると、一対の分極性電極間には、一方の分極性電極に取り付けられた絶縁材料とセパレータとが介装されている。よって、絶縁材料およびセパレータのうちの一方の空孔率または親水性を小さくすることで、イオンの移動が抑制され、SD特性が向上する。なおかつ、絶縁材料およびセパレータのうちの他方の空孔率または親水性を大きくすることで、電解質溶液の保有量が高められ、高温環境下における信頼性が確保される。請求項6記載の発明によると、分極性電極の内部に孔が形成されているので、電解質溶液の保有量が高められ、高温環境下における信頼性が確保される。請求項7記載の発明によると、分極性電極の内部に孔が形成された孔のサイズが $100\mu\text{m}$ 以上であるので、より一層電解質溶液の保有量が高められ、高温環境下における信頼性が確保される。請求項8記載の発明によると、分極性電極の内部に形成された孔は、積層方向に貫通している。これにより、孔がセパレータに対して直接的に連通することとなり、セパレータに対して効果的に電解質溶液が供給される。また、孔を積層方向に設定することで、積層方向に加圧した際の分極性電極の機械的強度をさほど低減させることがない。請求項9記載の発明によると、分極性電極の内部に形成された孔に、ゲル状の電解質溶液や吸水性ポリマー等の補助電解液が充填されている。したがって、セパレータに対してなお一層効果的に電解質溶液が供給される。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0020】〔第1実施形態〕図1は、本発明の電気二重層コンデンサにおける基本セル16の一実施形態を示している。

【0021】図において、分極性電極11は、例えば粉末活性炭にフェノール樹脂などのバインダ材を混ぜて焼成したブロック状の活性炭である。本発明においては、バインダの種類および製法は、これに限定するものではなく、任意のものが使用可能である。一対の分極性電極11は、電解質溶液13を含浸させた多孔性セパレータ14a、14bを介して対向配置されている。

【0022】集電体12は、例えば、カーボン粉末等を練り込んだブチルゴムシートであって、分極性電極11の外面に当接して配置されている。集電体12の材質は、これに限定されるものではなく、種々の適切なものが使用可能である。

【0023】電解質溶液13は、例えば、硫酸等の水系の電解質溶液を使用している。電解質溶液13の材質は、これに限定されるものではなく、種々の適切なものが使用可能である。

10 【0024】セパレータ14a、14bは、非導電性かつイオン透過性の膜であれば、材質を問わないので、ここでは、鉛蓄電池用のガラス繊維製セパレータを使用した。この場合、セパレータ14a、14bとしては、互いに空孔率の異なるものを使用した。すなわち、空孔率の比較的大きいものと、空孔率の比較的小さなものとを、使用した。なお、本実施形態においては、セパレータを2枚使用しているだけであるが、本発明においては、セパレータを3枚以上使用することも可能である。この場合、例えば、1枚の空孔率の大きなセパレータを2枚の空孔率の小さなセパレータで挟んで使用することもできる。

20 【0025】ガスケット15は、分極性電極11、集電体12、多孔性セパレータ14a、14b、および、電解質溶液13を収納して封止するものであるため、プラスチックなどの絶縁物からなり、ここでは、耐熱性のABS樹脂を使用した。ガスケット15の材質は、これに限定されるものではなく、種々の適切なものが使用可能である。

30 【0026】図1に示すように、一対の分極性電極11、11をセパレータ14a、14bを介して対向配置した後、ガスケット15に収納し、分極性電極11とセパレータ14a、14bの中に電解質溶液13を注入し、さらに、集電体12、12で覆って、電気二重層コンデンサの基本セル16を得た。

【0027】さらに、基本セル16を直列に所定数積層した後、端子電極を介して左右のセル積層体を電氣的に並列接続し、加圧板を付けて電気二重層コンデンサを完成させた。

40 【0028】サンプルは、分極性電極11の大きさが $70(\text{L}) \times 50(\text{W}) \times 1(\text{t})\text{mm}$ 、ガスケット15の内周形状が $74(\text{L}) \times 54(\text{W}) \times 2.2(\text{t})\text{mm}$ であり、セパレータ14a、14bの形状が、各々 $70(\text{L}) \times 50(\text{W}) \times 0.1(\text{t})\text{mm}$ である。空孔率は、セパレータ14aが35%、セパレータ14bが70%である。

50 【0029】このような形状の基本セル16を18個直列に積層して、耐圧15Vのセル積層体を作製した。ここで、電解質溶液13としては、30wt%の希硫酸を使用し、分極性電極11の各々は、フェノール系の粉末活性炭と粉末状フェノール樹脂を重量比70/30で混

合、粉碎、造粒、焼成して作製したものである。

【0030】また、上記第1実施形態においては、次のような変形が可能である。

【0031】〔変形1〕セパレータ14a、14bとして、親水性が、互いに異なるものを使用する。セパレータ14aの保液性は、150%であり、セパレータ14bの保液性は、50%である。

【0032】〔変形2〕互いに親水性の異なる上記セパレータ14a、14bに代えて、互いに材質の異なるセパレータを使用する。すなわち、セパレータ14aとしては、ガラス繊維製セパレータを使用し、セパレータ14bとしては、ポリプロピレン系のセパレータを使用する。

【0033】〔第2実施形態〕図2(b)は、本発明の電気二重層コンデンサの第2実施形態における基本セル16を示している。

【0034】本実施形態においては、図2(a)に示すように、分極性電極11aの片面上に、絶縁層14cを塗布し焼き付ける。同様に、分極性電極11bの片面上に、絶縁層14cとは材質の異なる絶縁層14dを塗布し焼き付ける。そして、絶縁層14c、14dの焼き付けられた面どうしを互に対向させて、分極性電極11a、11bを配置する。

【0035】本実施形態においては、上記第1実施形態と比較して、セパレータ14a、14bに代えて、絶縁層14c、14dを使用している点のみが相違している。その他の電気二重層コンデンサの製造条件および製造方法は、上記第1実施形態と同様である。

【0036】サンプルは、分極性電極11a、11bの各々の大きさが70(L)×50(W)×1(t)mmであり、絶縁層14cが100μmの厚さで焼き付けられたポリプロピレンであり、絶縁層14dが100μmの厚さで焼き付けられたガラス繊維である。ガスケット15の内周形状が74(L)×54(W)×2.2

(t)mmであり、このような形状の基本セル16を、第1実施形態と同様に、18個直列に積層して、耐圧15Vのセル積層体を作製した。なお、電解質溶液13、分極性電極11a、11bの材質は、上記第1実施形態と同じである。

【0037】〔第3実施形態〕図3は、本発明の電気二重層コンデンサの第3実施形態における基本セル16を示している。

【0038】本実施形態においては、一対の分極性電極11a、11b間には、絶縁層14eとセパレータ14fとが介在されている。ここで、絶縁層14eは、分極性電極11a上に塗布し焼き付けて形成されたものであり、例えばポリプロピレンである。セパレータ14fは、例えば、ガラス繊維製のセパレータである。

【0039】電気二重層コンデンサの各材質、製造条件および製造方法は、上記第1および第2実施形態と同様

である。

【0040】サンプルは、分極性電極11a、11bの各々の大きさが70(L)×50(W)×1(t)mmであり、絶縁層14eの厚さは、100μmである。セパレータ14fは、大きさが70(L)×50(W)×0.1(t)mmである。なお、電解質溶液13、ガスケット15、集電体12は、上記第1実施形態と同じである。

【0041】〔第4実施形態〕図4は、本発明の電気二重層コンデンサの第4実施形態における基本セル16を示している。

【0042】電気二重層コンデンサの各材質、製造条件および製造方法は、上記第1～第3実施形態と同様である。

【0043】サンプルは、分極性電極11の大きさが70(L)×50(W)×1(t)mmであり、本実施形態においては、分極性電極11の内部に、分極性電極の対向方向（基本セル16が積層される積層方向と同じ）に貫通して、貫通孔11cが50個形成されている。サンプルとしては、孔径の異なるもの、すなわち、大きさが、φ95μm、φ100μm、φ105μm、φ110μm、あるいは、φ120μmの各寸法のものを準備した。

【0044】なお、電解質溶液13およびガスケット15は、上記第1～第3実施形態と同じものを使用し、セパレータ14としては、大きさが70(L)×50(W)×0.1(t)mmのポリプロピレン製セパレータを使用した。

【0045】また、本実施形態においては、次のような変形が可能である。

【0046】〔変形1〕セパレータ14を使用することに代えて、一方の分極性電極11a上にポリプロピレンを塗布し焼き付けて絶縁層14cとして使用した（図5）。貫通孔11cのサイズとして、孔径がφ100μmのものを1種類だけ準備した。

【0047】〔比較例〕図6は、本発明の電気二重層コンデンサの比較例をなす形態における基本セル16を示している。

【0048】本比較例においては、セパレータとして、同一素材かつ同一性状（少なくとも空孔率、親水性が同一）の、例えばガラス繊維製のセパレータ14、14を2枚積層して使用した。他の材質、形状、製法、等は、上記実施形態と同様である。

【0049】また、本比較例においては、次のような変形が可能である。

【0050】〔変形1〕セパレータ14、14を同一性状のガラス繊維製のセパレータとすることに代えて、同一性状のポリプロピレン製のセパレータとすること。

【0051】〔変形2〕セパレータ14、14に代えて、ポリプロピレン製セパレータの両面にアクリル樹脂

を熱圧着により5mm間隔でラミネートしたもの（図示せず）とすること。

【0052】以下、上述のようにして作製された第1～第4実施形態の電気二重層コンデンサと、比較例の電気二重層コンデンサとに関して、信頼性試験とSD特性を測定した結果について述べる。

【0053】信頼性試験は、70℃の高温下において15Vを印加した状態で、1000時間放置した後、十分に放電させてから静電容量を測定し、静電容量の変化量の $\Delta C$ の初期値Cに対する変化割合 $\Delta C/C$ （%）、および、ESRの変化量の $\Delta E$ の初期値Eに対する変化割合

\*合 $\Delta E/E$ （%）を求めた。ESRの測定は、1kHzの試験信号周波数におけるインピーダンスを交流4端子法により測定し、その実数部を算出することにより行った。

【0054】SD特性は、常温において15Vを印加した状態で、12時間放置した後、オープン状態として、12時間後の電圧減少率 $\Delta V/V$ （%）を求めた。なお、サンプル数は、各例について30個ずつとし、その平均を求めた。結果を以下の表1に示す。

10 【表1】

	孔径	$\Delta C/C$ （%）	$\Delta E/E$ （%）	$\Delta V/V$ （%）
第1実施形態	—	-12.5	10.8	-6.4
変形1	—	-10.9	14.7	-7.6
変形2	—	-16.8	12.3	-1.8
第2実施形態	—	-22.8	10.1	-4.8
第3実施形態	—	-17.2	9.9	-5.1
第4実施形態	$\phi 95\mu\text{m}$	-69.4	89.3	-3.4
	$\phi 100\mu\text{m}$	-14.8	36.7	-3.2
	$\phi 105\mu\text{m}$	-8.9	3.8	-3.2
	$\phi 110\mu\text{m}$	-6.3	4.0	-3.3
	$\phi 120\mu\text{m}$	-2.5	3.6	-3.1
変形1	$\phi 100\mu\text{m}$	-13.4	10.5	-3.2
比較例		-3.8	4.1	-48.8
変形1		-59.9	79.8	-2.0
変形2		-18.3	10.3	-25.1

【0055】表1に示すように、ガラス繊維性セパレータを2枚積層したもの（比較例）やアクリル樹脂を熱圧着したもの（比較例—変形2）では、SD特性が悪くなっている。また、空孔率の小さなポリプロピレン製セパレータをただ単に2枚積層しただけでは（比較例—変形1）、SD特性は向上するものの、高温信頼性が悪くなっている。

【0056】これに対し、本実施形態による電気二重層コンデンサでは、（1）静電容量の変化率は、-2.5～-22.8を示しており、かつ、（2）ESR変化が無視できるほど小さく、高い安定性を示している。さらに、電圧減少率においても、無視できるほど小さく、高い安定性を示している。

【0057】ただし、このような良好な結果は、第4実施形態において孔径が $\phi 95\mu\text{m}$ の場合には、得られていない。この理由については、孔径が $\phi 95\mu\text{m}$ であると、信頼性試験実施形態における電解質溶液の漏出量

※が、孔内に保持されている電解質溶液量と同等あるいはそれ以上であるため、 $\Delta E/E$ が上がり、信頼性が低下するものと考えられる。このように孔径が小さすぎて所望の効果が得られない場合には、孔数を多くするという対策を講じることができる。分極性電極の機械的強度という観点から、孔径や孔数をあまり多くしたくない場合には、孔内に、ゲル状の電解質溶液や吸水性ポリマー等を充填して、各孔の電解質溶液保有性能を強化するという対策を講じることができる。

【0058】また、比較例の変形2においては、 $\Delta V/V$ が大きかった。この原因を調べるため、実験後のセパレータを顕微鏡観察したところ、熱圧着部分において亀裂が発生していることがわかった。この亀裂のために、イオン移動が促進され、 $\Delta V/V$ が大きくなったものと考えられる。このように、比較例の変形2は、製造が困難であることがわかる。また、仮にうまく製造できたにしても、熱圧着部が点在している構成であるため、機械



的応力が熱圧着部に集中しやすく、亀裂が発生しやすいものと推測される。

#### 【0059】

【発明の効果】本発明の電気二重層コンデンサによれば、以下の効果を奏する。請求項1記載の電気二重層コンデンサによれば、セパレータとして、空孔率の異なるものを2枚以上積層して使用する。よって、少なくとも1枚のセパレータを空孔率の小さなものとする事で、イオンの移動を抑制することができ、SD特性を向上させることができる。なおかつ、少なくとも1枚のセパレータを空孔率の大きなものとする事で、電解質溶液の保有量を高めることができ、高温環境下におけるドライアップ現象を効果的に防止して信頼性を確保することができる。請求項2記載の電気二重層コンデンサによれば、セパレータとして、親水性の異なるものを2枚以上積層して使用する。よって、少なくとも1枚のセパレータを親水性の小さなものとする事で、イオンの移動を抑制することができ、SD特性を向上させることができる。なおかつ、少なくとも1枚のセパレータを親水性の大きなものとする事で、電解質溶液の保有量を高めることができ、高温環境下におけるドライアップ現象を効果的に防止して信頼性を確保することができる。請求項3記載の電気二重層コンデンサによれば、セパレータとして、材質の異なるものを2枚以上積層して使用する。よって、少なくとも1枚のセパレータを電解質溶液保有性能の小さなものとする事で、イオンの移動を抑制することができ、SD特性を向上させることができる。なおかつ、少なくとも1枚のセパレータを電解質溶液保有性能の大きなものとする事で、電解質溶液の保有量を高めることができ、高温環境下におけるドライアップ現象を効果的に防止して信頼性を確保することができる。請求項4記載の電気二重層コンデンサによれば、一对の分極性電極間には、各分極性電極の各々に取り付けられた互いに異なる材質の絶縁材料を介装している。よって、一方の絶縁材料の空孔率または親水性を小さくすることで、イオンの移動を抑制することができ、SD特性を向上させることができる。なおかつ、他方の絶縁材料の空孔率または親水性を大きくすることで、電解質溶液の保有量を高めることができ、高温環境下における信頼性を確保することができる。請求項5記載の電気二重層コンデンサによれば、一对の分極性電極間には、一方の分極性電極に取り付けられた絶縁材料とセパレータとを介装して使用している。よって、絶縁材料およびセパレータのうちの一方の空孔率または親水性を小さくすることで、イオンの移動を抑制することができ、SD特性が向上する。なおかつ、絶縁材料およびセパレータのうちの他方の空孔率または親水性を大きくすることで、電解質溶液の保有量を高めることができ、高温環境下における信頼性を確保することができる。請求項6記載の電気二重層コンデンサによれば、分極性電極の内部に孔を形

成しているので、この孔内に電解質溶液を保有することができ、したがって、基本セル内部の電解質溶液の保有量を高めることができる。よって、高温環境下における信頼性を確保することができる。請求項7記載の電気二重層コンデンサによれば、分極性電極の内部に孔が形成された孔のサイズを $100\mu\text{m}$ 以上としているので、より一層電解質溶液の保有量を高めることができ、高温環境下における信頼性を確保することができる。請求項8記載の電気二重層コンデンサによれば、分極性電極の内部に形成された孔は、積層方向に貫通している。これにより、孔をセパレータに対して直接的に連通させることができ、セパレータに対する電解質溶液の供給を効果的に行うことができる。また、孔を積層方向に設定することで、積層方向に加圧した際の分極性電極の機械的強度をさほど低減させることがない。言い換えれば、孔を形成したことによる機械的強度の減少を極力小さく抑えることができる。請求項9記載の電気二重層コンデンサによれば、分極性電極の内部に形成された孔に、ゲル状の電解質溶液や吸水性ポリマー等の補助電解液を充填しているため、セパレータに対してなお一層効果的に電解質溶液を供給することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の電気二重層コンデンサの第1実施形態における基本セルの構造を示す断面図である。

【図2】 本発明の電気二重層コンデンサの第2実施形態を示す図であって、(a)は絶縁層が焼き付けられた分極性電極を示す図であり、(b)は基本セルの構造を示す断面図である。

【図3】 本発明の電気二重層コンデンサの第3実施形態における基本セルの構造を示す断面図である。

【図4】 本発明の電気二重層コンデンサの第4実施形態における基本セルの構造を示す断面図である。

【図5】 本発明の電気二重層コンデンサの第4実施形態の変形例における基本セルの構造を示す断面図である。

【図6】 本発明の電気二重層コンデンサに対する比較例における基本セルの構造を示す断面図である。

【図7】 従来の電気二重層コンデンサの一例を示す斜視図である。

【図8】 図7に示す電気二重層コンデンサの中の基本セルの構造を示す断面図である。

【図9】 従来の電気二重層コンデンサの他の例における基本セルを示す断面図である。

【図10】 従来の電気二重層コンデンサのまた別の例における基本セルを示す断面図である。

【図11】 図10に示す基本セルの中のセパレータの構造を拡大して示す断面図である。

#### 【符号の説明】

11 分極性電極

50 11a 分極性電極

15

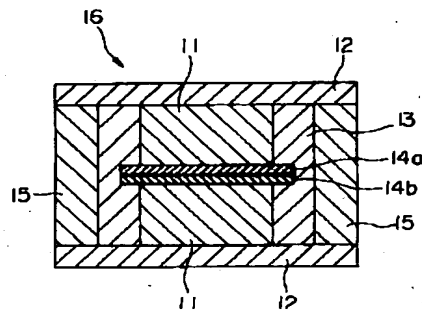
16

11b 分極性電極  
11c 孔  
12 集電体  
13 電解質溶液  
14 セパレータ  
14a セパレータ  
14b セパレータ

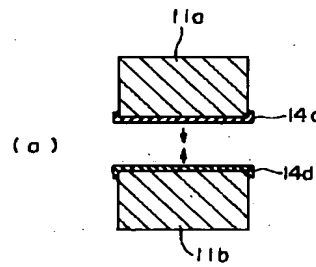
\* 14c 絶縁層  
14d 絶縁層  
14e 絶縁層  
14f セパレータ  
15 ガasket  
16 基本セル

\*

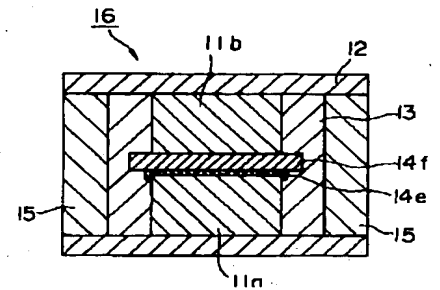
【図1】



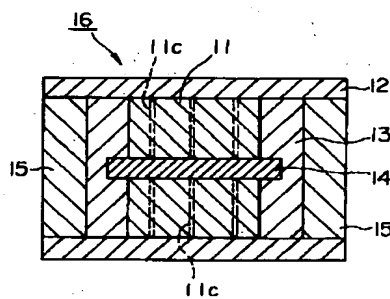
【図2】



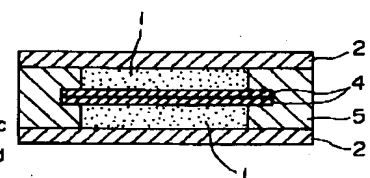
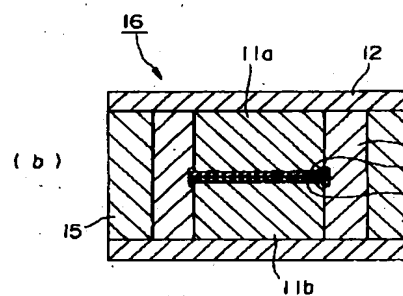
【図3】



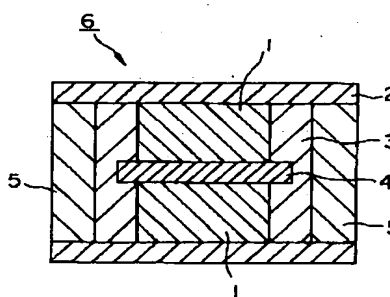
【図4】



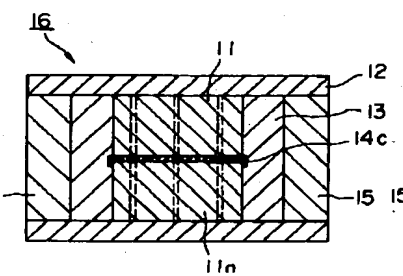
【図9】



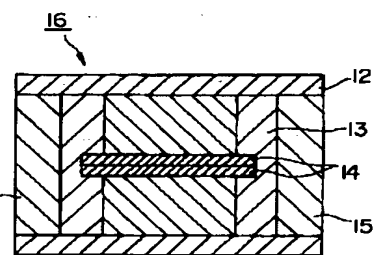
【図8】



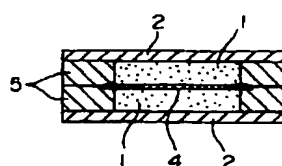
【図5】



【図6】



【図10】



【図11】

